PART2 地球内部の熱源

目標　地球内部の主要な 2 つの熱源について説明することができる。

Chapter1　地球内部の熱源

地殻を通して地表へと流れてくる熱は，どこからやってくるのでしょうか。

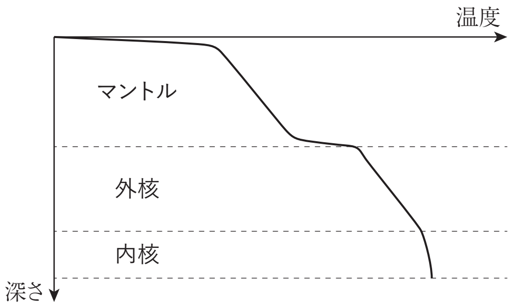
地球内部の温度構造

・熱のおもな伝わり方

地殻ではおもに伝導により熱が伝わっている。一方，マントルや外核では，おもに（対流 ／ 放射）によって熱が伝わっている。

・地球内部の温度構造

地球中心部の温度は約（5000℃ ／ 1000 万℃）に達すると考えられているが，あまりはっきりとはわかっていない。大まかな温度分布は，次の図のように推定されている。



知っておこう

地球内部の温度を直接推定する方法はありません。地球内部の温度分布を見積もるための研究の一つが，超高圧下での物質の融点や地震波速度などを実験により求めることです。その結果を地震波速度などの観測結果と組み合わせることで，地球内部の温度は見積もられているのです。

地球内部の熱源

・地球形成時の熱

地球は，微惑星の集積によって形成され，大部分が融けるほどの高温になった。核やマントルにたくわえられたこのときの熱は，地球の歴史を通して少しずつ放出されている。これが，現在の地殻熱流量の約半分を占めていると考えられている。

・放射性同位体の発熱

岩石中には放射性同位体が含まれている。岩石中の放射性同位体は，崩壊にともなって熱を放出する。この熱が，現在の地殻熱流量のうち地球形成時の熱以外の部分を占めていると考えられている。

現在の地球では，放射性同位体の発熱量のうち U〔ウラン〕と Th〔トリウム〕の崩壊によるものがそれぞれ約 40%，K〔カリウム〕の崩壊によるものが約 20% を占める。これらの元素には SiO_2 の割合の（大きい / 小さい）火成岩に多く含まれる性質があり，単位質量あたりの発熱量は

マントル　＜　海洋地殻　＜　大陸地殻

である。

覚えておこう

一部の原子核は，自発的にα線やβ線などと呼ばれる放射線を放って別の原子核になります。この現象を原子核の**崩壊**，原子核が放射線を放つ性質を放射能と呼びます。また，放射能をもつ同位体を**放射性同位体**と呼びます。

まとめ

・地殻熱流量のおよそ半分は，地球形成時の熱が内部に蓄積されたものである。
・地殻熱流量のうち地球形成時の熱以外の部分を占めているのは，__________の崩壊にともなって発生する熱である。その単位質量あたりの発熱量は，マントル，海洋地殻，大陸地殻のうち__________が最も大きい。

Chapter2　演習問題

ここでは，地球の熱史について考えてみましょう。

問題⑴　次の表は，代表的な放射性同位体の半減期を示しています。放射性同位体に関連して述べた下の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

放射性同位体	^{232}Th	^{238}U	^{40}K
半減期〔億年〕	140	45	12

放射性同位体は，一定の時間ごとに一定の割合で他の原子核に崩壊していく性質をもつ。放射性同位体が崩壊によって元の量の半分になるまでの時間を半減期といい，温度や圧力などの条件によらず一定の値をとることが知られている。

地球が形成されたのは，現在から約（140 / 46）億年前のことである。そのため，半減期が45億年の ^{238}U は，地球が形成されたころには現在のおよそ（8分の1 / 2分の1 / 2倍 / 8倍）存在していたと考えられる。 また，半減期が12億年の ^{40}K は，現在のおよそ（16分の1 / 4分の1 / 4倍 / 16倍）存在していたと考えられる。放射性同位体の量と発熱量は比例するので，地球が形成されたころの放射性同位体による発熱量は，現在とくらべて（大きかった / 小さかった）と考えられる。

知っておこう

左の表では，放射性同位体の元素の記号の左上に数値が書かれています。これは質量数と呼ばれる数値で，原子核を構成する陽子と中性子の個数の合計を表しています。ある元素の原子核に着目したとき，陽子の数は決まっていますが，中性子の数は何通りかの値をとります。この中性子の数が異なるものを同位体と呼ぶのです。

たとえば，自然界に存在するK〔カリウム〕の約93%は原子核が陽子19個と中性子20個から構成されている ^{39}K であり，これは放射能をもたない同位体（安定同位体）です。それに対して，^{40}K は原子核が陽子19個と中性子21個からなり，放射能をもつ放射性同位体です。

問題⑵　地球の歴史と内部構造の進化について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

地球形成時に核やマントルがたくわえた熱は，時間とともに宇宙空間に放出されていく。また，**問題⑴**で考えたように，放射性同位体による発熱量は時間とともに（増加 / 減少）していく。したがって，地球内部の温度は時間とともに（上昇 / 低下）し，地球内部から地殻を通して宇宙空間へと放出される熱量は時間とともに（増加 / 減少）する。

ここで，地球の核について考えると，内核は（固体 / 液体）であり，温度が融点よりも（高い / 低い）。一方，外核は（固体 / 液体）であり，温度が融点よりも（高い / 低い）。よって，地球内部の温度が変化することで，地球形成時から現在までに内核の半径は（大きくなってきた / 小さくなってきた）と考えられる。

第3講 PART2 確認問題

次の文章を読み，下の問いに答えよ。

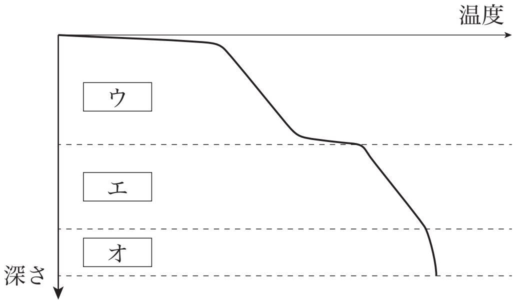
問1　地殻では，おもに（　ア　）により熱が伝わっている。一方，マントルや外核では，おもに（　イ　）によって熱が伝わっている。

空欄ア，イに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：伝導，イ：対流　　②　ア：伝導，イ：放射

③　ア：対流，イ：伝導　　④　ア：対流，イ：放射

問2　地球内部の温度構造について，以下の図の空欄ウ～オに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。



①　ウ：マントル，エ：内核，オ：外核

②　ウ：外核，エ：マントル，オ：内核

③　ウ：外核，エ：内核，オ：マントル

④　ウ：マントル，エ：外核，オ：内核

問３　地殻熱流量のうち，（　カ　）が約半分を占めている。それ以外の部分を占めていると考えられているのは，（　キ　）であり，大陸地殻と海洋地殻では，その単位質量あたりの発熱量は，（　ク　）の方が大きい。

空欄カ～クに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　カ：放射性同位体の崩壊にともなって発生する熱
　　キ：地球形成時の熱
　　ク：大陸地殻

②　カ：地球形成時の熱
　　キ：放射性同位体の崩壊にともなって発生する熱
　　ク：大陸地殻

③　カ：地球形成時の熱
　　キ：放射性同位体の崩壊にともなって発生する熱
　　ク：海洋地殻

④　カ：放射性同位体の崩壊にともなって発生する熱
　　キ：地球形成時の熱
　　ク：海洋地殻

第3講　熱

PART1　地殻熱流量

問題(1)　ア：480　イ：0.12　ウ：120　エ：0.030

問題(2)　1.6×10^4

PART2　地球内部の熱源

問題(1)　46，2倍，16倍，大きかった

問題(2)　減少，低下，減少，固体，低い，液体，高い，大きくなってきた

第 3 講　PART2　確認問題　解答

問 1　①

解説：
熱は，地殻ではおもに伝導により伝わり，マントルや外核ではおもに対流により伝わる。

問 2　④

解説：
地球中心部の温度は約 5000℃に達すると考えられている。

問 3　②

解説：
地球は，微惑星の集積によって形成され，大部分が融けるほどの高温になった。このとき核やマントルにたくわえられた熱は，地球の歴史を通して少しずつ放出されている。
また，岩石中には放射性同位体が含まれており，崩壊にともなって熱を放出する。大陸地殻上部を構成する花こう岩は，海洋地殻を構成する玄武岩よりも SiO_2 の割合が大きく，放射性同位体を多く含むので，大陸地殻の方が発熱量が大きい。